

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

http://dergipark.gov.tr/bitkorb

Original article

Effects of silver nanoparticle (AgNPs) applications prepared using *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)'s aqueous extract on Wheat gal nematode [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)]

Lantana camara L. (Lamiales: Verbenaceae)'nin sulu ekstraktı kullanılarak hazırlanan gümüş nanopartikül (AgNPs) uygulamalarının Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)]'na etkileri

Onur DURA^{a*}, Adnan TÜLEK^b, İbrahim SÖNMEZ^a, F. Dolunay ERDOĞUŞ^{c*}, Ayşe YEŞİLAYER^d, İlker KEPENEKÇİ^d

^a Atatürk Horticultural Central Research Institute, PK: 15 77102 Yalova, Turkey

^b Directorate of Trakya Agricultural Research Institute, Kocasinan Mah. E-5 Karayolu Cad. 127/A - 22100 Edirne, Turkey

^c Directorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172, Yenimahalle, Ankara, Turkey

^d Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, Tokat, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.485072](https://doi.org/10.16955/bitkorb.485072)

Received : 19.11.2018

Accepted : 08.04.2019

Keywords:

nematode, silver nanoparticles, *Lantana camara*, *Anguina tritici*

* Corresponding author:

Onur DURA

✉ onurdura@gmail.com

ABSTRACT

Wheat seed gall nematode [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)] is one of the plant-parasitic nematodes (PPNs) causing economic yield losses in wheat-growing areas. *A. tritici* is a seed born nematode and can survive in stored seed for many years under dry conditions. Some plants and botanical products were proved to be effective to PPNs control in terms of alternative nematode management tactics. In this study, silver nanoparticles prepared using *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) aqueous extract (AgNPs) as an eco-friendly control of nematodes were evaluated against *A. tritici* in in vitro conditions (Petri dishes experiment). Silver nanoparticles using *L. camara* aqueous extract were used in 3 different concentrations [42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) and 168 ppm (1 mM)] were used. The experiments were conducted as randomized block parcel design with four replicates and four characters [42 ppm, 84 ppm, 168 ppm applications, and positive control C (+)] in Atatürk Central Horticultural Research Institute (Yalova, Turkey). *A. tritici* individuals were transferred into sterilized Petri dishes in four replicates and kept at 28±2 °C. *A. tritici* individuals were considered dead if there were no motion when touched with a fine needle. All the concentrations showed different of antinematodal activity. Silver nanoparticles at concentrations of 168 ppm (1 mM) prepared using *L. camara* aqueous extract caused 97% *A. tritici* mortality in 72 hours.

GİRİŞ

Buğday yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birisi de bitki paraziti nematodlardır. Buğdayda zararlı olan başlıca türler

Heterodera spp., *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Anguina tritici*, *Ditylenchus dipsaci* olarak rapor edilmiştir (McDonald and Nicol 2005). Bu türlerden birisi de birçok

ülkede kontrol altına alınmış olmasına rağmen varlığını hala sürdürmekte olan buğday gal nematodudur. Buğday (tohum) gal nematodu, *A. tritici*, genel olarak "ear cockle" olarak bilinmekle birlikte daha çok tahıllarda çiftliklerin modern temizleme sistemleri kullanmadığı kendi üretiminden tohumluk olarak kullandığı durumlarda görülmektedir. Nematod, literatürde kayda girdiğinden beri tarihsel öneme sahiptir. *A. tritici* Needham (1743) tarafından 1743 yılında ilk defa rapor edilmiş, 1799 yılında Steinbuch tarafından *Vibrio tritici* ve Filipjev tarafından da 1936 yılında *Anguina tritici* olarak isimlendirilmiştir.

Buğday gal nematodunun ülkemizde yaygınlık durumunu belirlemek amacıyla bazı çalışmalar yürütülmüştür. Bu konuda yapılan bir çalışmada 27 ilin buğday ekim alanlarının 22'sinin *A. tritici* ile bulaşık olduğu ve en yoğun bulaşıklığın Aksaray ilinde (%55.22), en düşük bulaşıklığın ise Bursa ilinde (%1.6) olduğu belirlenmiştir (Elmalı 2002). Trakya Bölgesi illerinde çiftçi depolarının örneklenmesi sonucunda 685 buğday tohum örneğinin 13 adedinde Buğday gal nematodu bulaşıklığı saptanmıştır. Bulaşık olduğu belirlenen örneklerin sertifikalı tohumluk kullanmayan ve tohum temizleme ünitesi bulunmayan çiftçilerde olduğu görülmüştür (Tülek et al. 2017).

Buğday gal nematodu başak sayısını azaltmakta, bitkide deformasyonu arttırmakta ve verimde düşüğe neden olmaktadır (Mohamedova and Piperkova 2013). Yapılan çalışmalarda Buğday gal nematodunun buğdaylarda %20-50, çavdarlarda %35-65 oranında ürün kaybına neden olduğu bildirilmektedir (Leukel 1929). Ülkemizde yürütülen çalışmalarda *A. tritici*'den kaynaklanan verim kaybı ortalama %55.3 olarak hesaplanmıştır. Bu etmeden kaynaklanan verim kaybı çeşitler bazında değerlendirildiğinde ise meydana gelen verim kayıpları (%) sırayla Gelibolu çeşidinde %59.6; Selimiye çeşidinde %56.6; Pehlivan çeşidinde %53.2 ve KateA çeşidinde %51.3 olarak hesaplanmıştır (Tülek et al. 2015). Bu nematodun galli tanede bulunan larva sayısına bağlı olarak çeşitli verim parametrelerinde düşüşler olmaktadır. Gal içindeki nematod sayısı yükseldikçe verim değerleri düşmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada farklı larva sayılarında 6 buğday çeşidine inokulasyon yapılmış, tane ağırlığı, başak ağırlığı ve uzunluğu gibi verim parametrelerinde önemli düşüşler kaydedilmiş ve genel olarak %43'e varan ürün kayıpları saptanmıştır (Anwar et al. 1992, Khan and Athar 1996).

Bitki paraziti nematodlar ile mücadelede nematisitlerin kullanımı oldukça pahalı ve çevre sağlığı açısından da olumsuzluklar içeren bir yöntemdir. Nematisitlerin kullanımı çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı dünyada giderek yasaklanma eğilimindedir

(Yudelman et al. 1998). Bitki ekstraktları doğal olmaları, kullanım ve hazırlanmalarının kolay olması nedeniyle nematodlarla mücadelede kimyasal nematisitlere karşı alternatif olarak düşünülmektedir. Dünya genelinde bitki ekstraktlarının nematodlara karşı kullanım olanakları ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Günümüzde 21. yüzyılda yaşanan teknolojik ilerlemelerle birlikte nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının tarımda kullanım olanakları üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da artma eğilimindedir (Maggie et al. 2016, Mousa et al. 2011).

Bu çalışmada in vitro koşullarda (petri kapları deneyi) *A. tritici*'ye karşı çevre dostu potansiyel nematisit olarak *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)'nın sulu ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartikülleri (AgNPs)'nin etkisi araştırılmıştır. Yapılan nematolojik çalışmalar incelendiğinde bitki paraziti nematod gruplarına karşı AgNPs uygulamaları ile ilgili çalışmalar bulunmakta ise de Buğday gal nematodu (*A. tritici*)'na karşı yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmaların çoğunun son yıllarda kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'larına karşı uygulamalar şeklinde yürütüldüğü görülmektedir (Ahmed and Bahig 2018, Maggie et al. 2016, Nassar 2016).

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)] ile bulaşık buğday tohumlarından ekstrakte edilen *A. tritici* popülasyonları, nanogümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde kullanılacak %99.99 saflıkta Macron Fine Chemicals® firmasına ait kimyasal (AgNO₃), *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) (mine çiçeği) yaprakları oluşturmuştur.

Metot

Deneme, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bitki Sağlığı Bölümüne ait Nematoloji laboratuvarında (Yalova) 4 karakter [nano gümüş katkılı bitki ekstraktının 3 farklı konsantrasyonunun; 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.50 mM), 168 ppm (1 mM) ve K (+) uygulamaları] ve her bir Petri kabı bir tekrerrür olacak şekilde 4 tekrerrürlü olarak in vitro (steril Petri kabı ortamında) koşullarda kurulmuştur. Nano gümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde ilk aşama olarak önce bitki su ekstraktı hazırlanmıştır. Bunun için enstitü bünyesindeki peyzaj alanlarından toplanan *L. camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) (mine çiçeği) bitkisi yaprakları oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar

10 g olacak şekilde hassas terazi yardımı ile tartıldıktan sonra 100 ml distile su içinde blender yardımıyla öğütülerek bitki su ekstraktı hazırlanmıştır. Elde edilen mine çiçeği sulu ekstraktı kaba filtre kağıdından süzülerek stok olarak kullanılmak üzere koyu renkli cam şişe içerisinde buzdolabında +4 °C'de saklanmıştır (Nartop 2017). İkinci aşamada ise, gümüş nanopartiküllerinin sentezlenmesi için 900 ml distile su içinde yaklaşık 168 mg AgNO₃ çözülerek üzerine daha önce hazırlanmış olan %10'luk 100 ml mine çiçeği su ekstraktı ilave edilerek 30 dk. boyunca sıcak su banyosunda renk değişimi gözleninceye kadar bekletilmiştir (Nartop 2017). Daha önce Buğday gal nematodu ile bulaşık buğday tohumlarından elde edilen *A. tritici* popülasyonları Petri kabı başına 1 ml süspansiyonda ortalama 50±4.5 nematod olacak şekilde uygulanmıştır. Nematodların üzerine 1 ml ekstrakt + 3 ml saf su uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sadece pozitif kontrol uygulamasında kontrol amaçlı olarak saf su uygulanmıştır (Hussey and Barker 1973). Tüm Petri kapları laboratuvar koşullarında 28±2 °C'de 72 saat boyunca muhafaza edilmiştir. Çalışma boyunca 24, 48 ve 72 saatler sonunda düzenli olarak nematod ölüm oranları kaydedilmiştir. *A. tritici* bireylerine ince iğne ile dokunulduğunda hareket etmediği takdirde ölü olarak kabul edilmiştir (Abbasi et al. 2008). Elde edilen sonuçlara JMP 8.00 istatistiksel paket programı yardımıyla varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Kontrole göre uygulamaların % ölüm etkileri % Abbott formülü ile değerlendirilmiştir (Abbott 1925).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda, *L. camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)'nin sulu ekstraktı kullanılarak hazırlanan gümüş nanopartikülleri (AgNPs) uygulamalarının değişik oranlarda nematisidal aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. En etkili bulunan uygulamada 72 saat sonunda 168 ppm uygulama dozunda Buğday gal nematodu (*A. tritici*) popülasyonlarında %97 ölüm oranı gözlenmiştir. Çalışma boyunca tespit edilen ölüm oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışma sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan literatür taramalarında Buğday gal nematodu (*A. tritici*)'ye karşı (AgNPs) uygulaması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kök-ur nematodlarına karşı mücadelede nano gümüş (AgNPs) katkılı bitki ekstraktlarının kullanımı ile ilgili ise dünyada çok sayıda çalışma olmasına karşın ülkemizde sadece birkaç Petri kabı çalışması bulunmaktadır (Dura et al. 2018a, 2018b). Bu konu ile ilgili olarak Maggie et al. (2016) tarafından polivinylpyrrolidon (PVP) katkılı nano gümüş nitrat bileşiğinin (AgNPs) kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkinliğini ortaya koymak için yürütülen laboratuvar ve saksı çalışmalarında %98 etki elde edildiği bildirilmiştir. Ardakani (2013) tarafından gerçekleştirilen laboratuvar ve saksı çalışmalarında bazı nano element partikül AgNPs ve SiO₂ uygulamalarının kök-ur nematodu (*M. incognita*) üzerinde etkisi araştırılmıştır. Araştırmacı tüm nano element katkılı uygulamaların pozitif uygulamalara göre nematodu %100 oranında öldürdüğünü bildirmiştir. Ahmed and Bahig (2018), *M. incognita*'ya karşı saksı çalışmalarında biyolojik ve kimyasal olarak gümüş nitrat ile zencefil (*Zingiber officinale* L.) rizomu sulu ekstresi ve sodyum borohidrid ile kimyasal nano gümüş nitrat reaksiyon sentezi uygulamalarının etkinliğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, topraktaki nematod popülasyonunu, köklerdeki gal ve yumurta sayısını azalttığını, ayrıca bitki gelişim parametreleri açısından incelendiğinde ise en yüksek bitki boyu ve bitki biyokütle değerlerini sağladığını kaydetmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise *M. incognita*'ya karşı *Euphorbia tirucalli*'nin latex ekstraktı kullanılarak yapılan gümüş katkılı nanopartiküllerin sentezinin etkisi denenmiş ve Et-AgNP'lerin kök ur nematodu larvaları üzerinde etkili olduğu, bunun yanı sıra yumurtadan çıkışı olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Laboratuvar denemelerine ilave olarak yapılan saksı denemelerinde ekstrakt kök daldırma şeklinde uygulanmış ve domates kökleri üzerinde oluşan urlanma ve yumurta paketi sayısını azaltmıştır (Kalaiselvi et al. 2019). Yürütülen bütün bu çalışmalar ışığında metal nano parçacıkların yeşil sentezinin güvenli, etkili ve uygun

Çizelge 1. Çalışma sonucunda elde edilen *Anguina tritici* popülasyonları ölüm oranları

Konsantrasyon	24 saat sonunda	48 saat sonunda	72 saat sonunda
168 ppm	62.00±1.92 ^a	86.50±1.90 ^a	97.00±1.63 ^a
84 ppm	45.50±1.92 ^b	68.50±1.90 ^b	87.00±1.63 ^b
42 ppm	28.50±1.92 ^c	55.50±1.90 ^c	75.20±1.63 ^c
Kontrol (+)	0.00±0.0 ^d	0.00±0.0 ^d	0.00±0.0 ^d
CV (%)	4.00	3.00	2.00

fiyatlı bir nematisit alternatifi olabileceği belirtilmiştir (Ahmed and Bahig 2018, Maggie et al. 2016, Nassar 2016)

Yapılan çalışmalardan da görüleceği gibi nano gümüş (AgNPs) katkılı bitki ekstraktlarının tarımda kullanımı gün geçtikçe artma eğilimi göstermektedir. Koloidal gümüş iyi bir bakterisit ve dezenfektan olarak eski çağlardan beri başarılı bir şekilde insanlar tarafından kullanılmaktadır. Antik Roma'da içme sularının dezenfekte edilmesi için gümüş paraların kullanıldığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının çalışma prensibi kısaca bitki ekstraktları içerisinde yer alan etken fenol bileşiklerinin parçacık boyutlarını 1-100 nm arasında ayarlayarak zararlı mikroorganizmaların hücre çeperlerinden daha aktif olarak geçmelerini sağlayarak patojenin hücre duvarlarındaki protein yapılarını ve DNA'sını tahrip ederek hücrelerin enzim aktivitelerini engelleme esasına dayanmaktadır. Bu bağlamda bitki paraziti nematodlara karşı bu tür çalışmaların daha fazla sayıda yapılarak elde edilen olumlu sonuçların ışığı altında saksı ve sera koşullarındaki etkinliklerinin denemesi önem arz etmektedir.

ÖZET

Buğdayı enfekte eden Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)] buğday tarımı yapılan yerlerde en yaygın olan ve ekonomik zarara neden olan bitki paraziti nematod (BPN) türlerinden birisidir. *A. tritici* tohum kaynaklı bir nematod türü olup kuru koşullarda depolanmış tohumlarda uzun yıllar canlılığını sürdürebilmektedir. BPN'lere karşı mücadelede bazı bitki ve bitkisel ürünler alternatif nematod yönetimi bakımından kanıtlanmış etkiye sahiptir. Bu çalışmada *in vitro* koşullarda (Petri kapları deneyi) *A. tritici*'ye karşı çevre dostu potansiyel nematisit olarak *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)'nın sulu ekstraktı kullanılarak hazırlanan gümüş nanopartikülleri (AgNPs)'nin etkisi değerlendirilmiştir. *L. camara*'nın sulu ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartikülleri 3 farklı konsantrasyonda [42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) ve 168 ppm (1 mM)] kullanılmıştır. Deneme 4 karakter [42 ppm, 84 ppm, 168 ppm uygulamalar ve pozitif kontrol K (+)] ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuş, çalışmalar Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova, Türkiye)'de yürütülmüştür. *A. tritici* popülasyonu 4 tekerrürlü olacak şekilde steril petrilere transfer edilmiş ve Petri kapları 28±2 °C'de tutulmuştur. *A. tritici* bireyleri ince iğne ile dokunulduğunda hareket etmediği takdirde ölü olarak kabul edilmiştir. Bütün konsantrasyonlar farklı oranlarda nematisidal etki göstermiştir. *L. camara*'nın sulu ekstraktı kullanılarak hazırlanan gümüş nanopartiküllerinin etkisi 168 ppm (1 mM) konsantrasyonda 72 saat sürede *A. tritici*

bireylerinde %97 ölüme sebep olmuştur.

Anahtar kelimeler: nematod, gümüş nanopartikülleri, *Lantana camara*, *Anguina tritici*

KAYNAKLAR

Abbasi W.M., Ahmed N., Zaki N., Shaikat S.S., 2008. Effect of *Barleria acanthoides* Vahl. on root-knot nematode infection and growth of infected okra and brinjal plants. Pakistan Journal of Botany, 40, 2193-2198.

Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 265-267.

Ahmed Hammad N.E.D., Bahig Ahmed E.D., 2018. Effectiveness of silver nanoparticles against root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting tomato under greenhouse conditions. Journal of Agricultural Science, 10, 148-156.

Anwar S.A., Khan M.S.A., Khan S.H., 1992. Host status of thirteen wheat cultivars to *Anguina tritici* and its influence on plant growth of Chakwal-86 wheat cultivar. Sarhad Journal of Agriculture, 8 (1), 107-111.

Ardakani A.S., 2013. Toxicity of silver, titanium and silicon nanoparticles on the root-knot nematode, *M. incognita* and growth parameters of tomato, Nematology, 15, 671-677.

Dura O., Sönmez İ., Keleş G., Kepenekci İ., 2018a. Effects of silver nanoparticles using aqueous extract of *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) applications against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) under laboratory conditions. The 2nd UNIDOKAP International Symposium on Biodiversity, Book of Proceedings, 140-144.

Dura O., Tülek A., Sönmez İ., Kepenekci İ., 2018b. Effects of silver nanoparticles (AgNPs) using aqueous extract of *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) applications against rice white-tip nematode [*Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchida)] under laboratory conditions. Current Academic Studies In Agricultural Sciences 2018. Assoc. Prof. Dr. Nurhan KESKİN (Ed), First Edition, December 2018 /Cetinje-Montenegro, IVPE, 187-193 pp.

Elmalı M., 2002. The distribution and damage of wheat gall nematode [*A. tritici* (Steinbuch)] (Tylenchida: Tylenchidae) in western part of Anatolia. Türkiye Entomoloji Dergisi 26 (2), 105-114, ISSN 1010-6960 (Turkish).

Hussey R.S., Barker K.R., 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter, 57, 1025-1028.

Kalaiselvi D., Mohankumar A., Shanmugam G., Nivitha S.,

Sundarara P., 2019. Green synthesis of silver nanoparticles using latex extract of *Euphorbia tirucalli*: A novel approach for the management of root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Crop Protection, 117, 108-111 p.

Khan M.R., Athar M., 1996. Response of wheat cultivars to different inoculum levels of *Anguina tritici*. Nematologia Mediterranea, 24 (2), 269-272.

Leukel R.W., 1929. Investigations on the nematode diseases of cereals caused by *Tylenchus tritici*. Journal of Agricultural Research, 27, 928-956.

Maggie E.M.H., Hanaa S.Z., Shereen E.M.E., Abeer F.D., 2016. Comprasion study between silver nanoparticles and two nematicides against *Meloidogyne incognita* on tomato seedlings. Plant Pathology Journal, 15, 144-151.

McDonald A.H., Nicol J.M., 2005. Nematode parasites of cereals. In: Luc M., Sikora R.A., Bridge J. (Eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CABI Publishing, Wallingford, 131-191 p.

Mohamedova M., Piperkova N., 2013. Seed gall nematode *Anguina tritici* in Bulgaria: Nematode impact on wheat growth and grain yield. AgroLife Scientific Journal, 2, 15-19.

Mousa E.M., Mahdy M.E., Younis Dalia M., 2011. Evaluation of some plant extracts to control root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. on tomato plants. Egyptian Journal of Agronematology, 10, 1-14.

Nartop P., 2017. Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyraecanthia coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23, 759-761.

Nassar A.M., 2016. Effectiveness of silver nano-particles of extracts of *Urtica urens* (Urticaceae) against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Asian Journal of Nematology, 5, 14-19.

Needham J.T., 1743. A letter concerning certain chalky tubulous concretions, called malm; with some microscopical observation on the red lily, and of worms discovered in smutty corn. Philosophical Transaction of the Royal Society of London 42, 634-41.

Tülek A., Kepenekci I., Çiftçigil T.H., Öztürk I., Akin K., Seidi M., Yıldırım M., Dababat A.A., 2015. Effects of seed gall nematode (*Anguina tritici*) on bread wheat grain characteristics and yields in Turkey. Nematology, pp 1-6. DOI10.1163/15685411-00002926.

Tülek A., Dababat A.A., Çiftçigil T.H., Akin K., Kepenekçi İ., 2017. Occurrence and distribution of wheat seed gall

nematode, [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev] in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing areas in thrace region of Turkey. Sixth International Cereal Nematodes Symposium, 11-15 September 2017. pp.4

Yudelman M., Ratta A., Nygaard D., 1998. Pest management and food production: Looking to the future. Food, Agriculture and the Environment. Discussion Paper 25, International Food Policy Research Institute, USA, pp: 50.